

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-216431

(43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 10-371990

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.1998

(72)Inventor : NISHIDA TOYOZO

TOMINAGA KOJI

HATA MASAYUKI

SAWADA MINORU

(30)Priority

Priority number : 10329555

Priority date : 19.11.1998

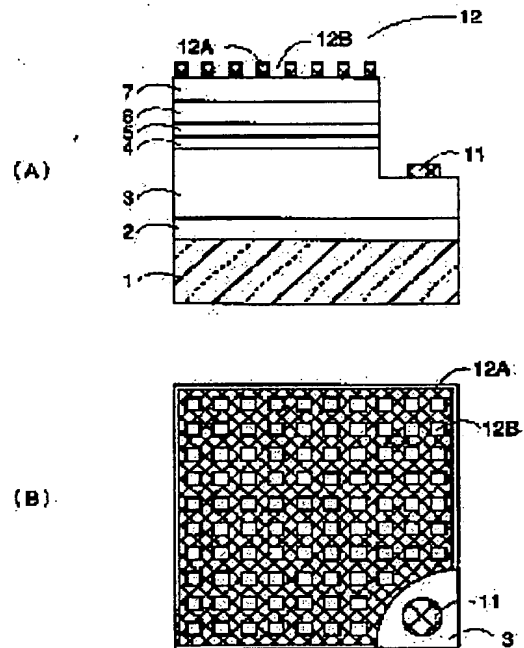
Priority country : JP

(54) LIGHT EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a light emitting element in which luminous intensity is improved.

SOLUTION: In this light emitting element, An N-type semiconductor layer and a P-type semiconductor layer are formed on one main surface of a substrate 1, and an emission light is led out from the side of a P-side electrode 12 formed on the P-type layer. The P-side electrode 12 has an electrode film part 12A covering the surface of the P-type semiconductor layer and an emission light leading-out part 12B which exposes the P-type semiconductor layer. The ratio of the electrode film part 12A to the P-side electrode 12 is larger than 50% and smaller than or equal to 75%.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A light emitting device by which it was made to be taken out from p lateral electrode side which was equipped with the following, was equipped with a n-type-semiconductor layer and a p type semiconductor layer which are characterized by the percentage of said electrode layer portion in said p lateral electrode being 75% or less more greatly than 50%, and was formed on said p type semiconductor layer in luminescence. Said p lateral electrode is the electrode layer portion which covered the surface of said p type semiconductor layer, and was prepared. A luminescence takeoff connection prepared by exposing said p type semiconductor layer

[Claim 2] A light emitting device according to claim 1 characterized by distributing and preparing each luminescence takeoff connection in abbreviation homogeneity while having two or more said luminescence takeoff connections.

[Claim 3] A light emitting device according to claim 1 or 2 to which a rate of said electrode layer portion in said p lateral electrode is characterized by being 70% or less 55% or more.

[Claim 4] A light emitting device according to claim 1 to 3 characterized by having a transparence conductive layer by which said p lateral electrode was prepared on said p type semiconductor layer exposed from said luminescence takeoff connection, and was connected to said electrode layer portion and electric target.

[Claim 5] A light emitting device according to claim 1 to 3 to which said electrode layer portion is characterized by having translucency.

[Claim 6] A light emitting device according to claim 5 to which said electrode layer portion is characterized by having a laminated structure of a metal layer and a transparence conductive layer.

[Claim 7] A light emitting device according to claim 6 characterized by extending and preparing said transparence conductive layer on said p type semiconductor layer exposed from said luminescence takeoff connection.

[Claim 8] A light emitting device according to claim 1 to 7 characterized by preparing said n-type-semiconductor layer and a p type semiconductor layer on 1 principal plane of a substrate which has translucency, and having a reflective film on other principal planes of this substrate.

[Claim 9] A light emitting device according to claim 1 to 8 characterized by said p type semiconductor layer consisting of a nitride semiconductor.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the light emitting device especially equipped with the large p type semiconductor layer of resistance like p mold nitride semiconductor, and relates to the technology of offering the light emitting device which was excellent in luminous efficiency.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the light emitting device using the nitride semiconductor expressed with general formula $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$, $0 \leq y < 1$), such as GaN, InGaN, AlGaN, and AlGaInN, is examined as a blue light emitting device.

[0003] Generally, on the substrate of insulation, such as sapphire and a spinel, through the buffer layer, the laminating of a n-type-semiconductor layer, a luminous layer, and the p type semiconductor layer is carried out, and the light emitting device using this nitride semiconductor is constituted. And since the insulating substrate is used in the light emitting device using a nitride semiconductor, an electrode cannot be taken out from a substrate side like the light emitting device which used semiconductor substrates, such as other GaAs(es) and GaAlP, but p lateral electrode and n lateral electrode are prepared in the same field side.

[0004] Furthermore, in the light emitting device using this nitride semiconductor, making a chip size small is performed by using the above-mentioned p lateral electrode as the electrode of translucency generally, and considering as the configuration which takes out luminescence through this p lateral electrode. The structure of p lateral electrode which took out luminescence from the p type semiconductor layer surface which prepares a metal membrane in the shape of a grid on a p type semiconductor layer, and is exposed from the metal membrane of the shape of this grid as such a p lateral electrode is known (JP,5-335622,A).

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above-mentioned conventional light emitting device, area of the portion covered with a metal membrane is made into the range which does not exceed 50% of the p type semiconductor layer surface. However, as compared with the p type semiconductor layer which the p type semiconductor layer which consists of ** et al. and a nitride semiconductor turns into from the usual semiconductors, such as Si, since resistance is strong, without almost spreading in the direction of a field of a p type semiconductor layer, the current which flows in a semiconductor layer through a metal membrane flows in the direction of thickness, and produces luminescence in the field directly under an electrode. Therefore, if area of the portion covered with a metal membrane is made into the range which does not exceed 50%, the area rate of the field which luminescence produces will not exceed 50% of the surface area of the whole element, either, and the amount of luminescence as the whole element will fall.

[0006] This invention solves this conventional technical problem, and aims at offering the light emitting device whose luminous efficiency improved.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve a technical problem mentioned above, this

THIS PAGE BLANK (USPTO)

invention light emitting device In a light emitting device by which it was made to be taken out from p lateral electrode side which was equipped with a n-type-semiconductor layer and a p type semiconductor layer, and was formed on said p type semiconductor layer in luminescence said p lateral electrode It has an electrode layer portion which covered the surface of said p type semiconductor layer, and was prepared, and a luminescence takeoff connection prepared by exposing said p type semiconductor layer, and a rate of said electrode layer portion in said p lateral electrode is characterized by being 75% or less more greatly than 50%.

[0008] Moreover, a thing for which each luminescence takeoff connection was distributed and prepared in abbreviation homogeneity while having two or more said luminescence takeoff connections.

[0009] Furthermore, a rate of said electrode layer portion in said p lateral electrode is characterized by being 70% or less 55% or more.

[0010] In addition, said p lateral electrode is characterized by having a transparence conductive layer which was prepared on said p type semiconductor layer exposed from said luminescence takeoff connection, and was connected to said electrode layer portion and electric target.

[0011] Moreover, this invention light emitting device is characterized by said electrode layer portion having translucency.

[0012] Furthermore, said electrode layer portion is characterized by having a laminated structure of a metal layer and a transparence conductive layer, and it is characterized by extending and preparing said transparence conductive layer on said p type semiconductor layer exposed from said luminescence takeoff connection.

[0013] In addition, it is characterized by preparing said n-type-semiconductor layer and a p type semiconductor layer on 1 principal plane of a substrate which has translucency, and having a reflective film on other principal planes of this substrate.

[0014] Furthermore, said p type semiconductor layer is characterized by consisting of a nitride semiconductor.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is structural drawing for explaining the light emitting device concerning the gestalt of operation of this invention, this drawing (A) is a cross section and (B) is a plan.

[0016] The buffer layer which consists of multilayers formed by 1 being a substrate which consists of sapphire and 2 carrying out 4 period laminating of the AlN layer of undoping with a thickness of about 2.5nm and the GaN layer of undoping with a thickness of about 2.5nm by turns with reference to this drawing, and 3 are n mold contact layers with a thickness of about 5 micrometers it is thin from the n mold GaN. In addition, the above-mentioned buffer layer 2 may consist of monolayers of AlN, GaN, or AlGaIn.

[0017] Moreover, 4 carries out the laminating of the well layer which is a luminous layer, for example, consists of GaInN of with a thickness [about 3nm in a barrier layer and thickness] it is thin from GaN of undoping with a thickness of about 5nm undoping by turns, and is made into the superstructure.

[0018] On a luminous layer 4, p mold cladding layer 6 with a thickness of about 0.15 micrometers it is thin from the p mold AlGaIn through the protective layer 5 with a thickness of about 10nm it is thin from GaN of undoping is formed, and p mold contact layer 7 with a thickness of about 0.3 micrometers it is thin from the p mold GaN is formed on this p mold cladding layer 6.

[0019] In addition, the configuration of this invention light emitting device may not be limited to the configuration mentioned here, and as long as it is a light emitting device using the large semiconductor of resistance like a nitride semiconductor as a p type semiconductor layer, it may be the thing of other configurations.

[0020] Moreover, a part of field until it results in n mold contact layer 3 from the above-mentioned p mold contact layer 7 is removed, and the n lateral electrode 11 is formed in the surface of exposed n mold contact layer 3, and the p lateral electrode 12 is formed all over the abbreviation for p mold contact layer 7.

[0021] Here, if it is in this invention, it has electrode layer partial 12A which the above-mentioned p lateral electrode 12 becomes from the metal membrane prepared in the shape of a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

grid on said p mold contact layer 7, and two or more luminescence takeoff connection 12B prepared by exposing the surface of said p mold contact layer 7. This electrode layer partial 12A is prepared over the whole abbreviation surface on p mold contact layer 7, in the field in which electrode layer partial 12A was prepared, it distributes to abbreviation homogeneity and each luminescence takeoff connection 12B is prepared.

[0022] And if it is in this invention, the rate of said electrode layer partial 12A in the p lateral electrode 12 is characterized by being 75% or less more greatly than 50%.

[0023] In addition, when it consists of good metals of ohmic nature with p mold contact layer 7 and p mold contact layer consists of a p mold GaN like this operation gestalt, as for electrode layer partial 12A, it is desirable to use Pd, Pt, and nickel. Moreover, if it is in this operation gestalt, it is considering as low resistance by using electrode layer partial 12A as a thick film.

[0024] Drawing 2 is explanatory drawing for explaining the effect of this invention, and (B) is [are the light emitting device which requires this drawing (A) for this invention, and] explanatory drawing of the conventional light emitting device.

[0025] With reference to this drawing, the p lateral electrode 53 which the p type semiconductor layer 52 is formed on the luminous layer 51, and crosses all over the abbreviation on the p type semiconductor layer 52, and has electrode layer partial 53A and luminescence takeoff connection 53B is formed. In addition, the width of face of electrode layer partial 53A supposes that it is the same at this invention and the former.

[0026] As mentioned above, the resistivity is 0.1 – 10 ohm-cm degree, and the p type semiconductor layer which consists of a nitride semiconductor has resistance stronger than the p type semiconductor layer which consists of semiconductor materials usually used, such as Si. Thus, if resistivity is in the light emitting device which has the large p type semiconductor layer of resistance of 0.1 or more ohm-cm, the current which flows in the p type semiconductor layer 52 through the p lateral electrode 53 emits light in the luminescence field A which flows in the direction of thickness, and reaches a luminous layer 51, without almost spreading in the direction of a field in the p type semiconductor layer 52, and is located in the location directly under abbreviation of electrode layer partial 53A.

[0027] As shown in B, the luminescence reinforcement in the luminescence field A has large luminescence reinforcement directly under an electrode 53, and since the flowing current decreases, it has around it distribution to which luminescence reinforcement becomes small. In addition, the axis of ordinate of B shows the strength of luminescence reinforcement, and the horizontal axis shows the location. And the light which emitted light in the location corresponding to luminescence takeoff connection 53B is taken out outside, as an arrow head shows.

[0028] According to the light emitting device of this invention, the area of the luminescence field A which exists directly under electrode layer partial 12A can be conventionally increased rather than an element so that clearly from this drawing (A) and the comparison with (B).

[0029] In addition, in the luminous layer 51 of a luminescence takeoff connection 53B directly under, the rate that the field C which does not emit light at all non-emitted light occupies can be made smaller than the conventional light emitting device. For this reason, if it is in the former, according to this invention, it becomes possible to take out light from the whole abbreviation surface of luminescence takeoff connection 53B outside to the ability to have taken out light only from some fields located in an edge among luminescence takeoff connection 53B outside.

[0030] According to this invention, from the above thing, the luminescence reinforcement as the whole element can be raised conventionally.

[0031] In the light emitting device of the structure shown in drawing 1, drawing 3 is property drawing having shown change of the radiant power output when changing the rate of electrode layer partial 12A in the p lateral electrode 12 by the relative value, and shows the conventional value with the dashed line. In addition, electrode layer partial 12A is changing the area rate that electrode layer partial 12A in the p lateral electrode 12 occupies, by having the configuration of the shape of a grid which combined the Rhine-like metal membrane which has width of face of about 50 micrometers in the shape of a grid, and adjusting the gap between Rhine.

[0032] A radiant power output can be conventionally raised by making the rate of electrode layer partial 12A into 70% or less 55% or more preferably 75% or less more greatly than 50% so that

THIS PAGE BLANK (USPTO)

clearly from this drawing.

[0033] Thus, as a method of making the rate of electrode layer partial 12A larger than 50%, when the configuration of electrode layer partial 12A is made into the shape of an above grid, two kinds, the method to which carry out Rhine width of face small, and the number of Rhine is made to increase, and the method of enlarging Rhine width of face and lessening the number of Rhine, can be considered.

[0034] However, in order that the number of luminescence takeoff connection 12B may decrease compared with the former to the case of ** et al. and the latter, while luminescence becomes discrete, the amount of luminescence which can be taken out from an element will decrease. In order to prevent this and to make the illuminant cloth as an element seemingly uniform, it is desirable to consider as the grid-like configuration where width of face combined Rhine about 50 micrometers or less in the shape of a grid.

[0035] Moreover, in order to raise the homogeneity in the field of luminescence reinforcement with a natural thing, as for the area of two or more luminescence takeoff connection 12B, it is desirable to suppose mutually that it is comparable and to prepare in abbreviation homogeneity dispersedly. In addition, a completely uniform thing also contains with abbreviation homogeneity here.

[0036] Drawing 4 is element structure section drawing for explaining the gestalt of another operation of this invention.

[0037] If it is in the gestalt of this operation as shown in this drawing, the p lateral electrode 12 is formed on p mold contact layer 7 exposed from luminescence takeoff connection 12B, and it has transparence conductive layer 12C electrically connected with electrode layer partial 12A.

[0038] In forming this transparence conductive layer 12C, that what is necessary is just to form transparence conductive layer 12C after formation of electrode layer partial 12A as shown in this drawing (A), as shown in this drawing (B), electrode layer 12A may be formed [after forming transparence conductive layer 12C on p mold contact layer 7].

[0039] Since according to this configuration current will flow through transparence conductive layer 12C also in p mold contact layer 7 of the location corresponding to luminescence takeoff connection 12B and light will be emitted by the luminous layer 4, the amount of luminescence can be made to increase from the gestalt of the 1st operation further.

[0040] As a material of above transparence conductive layer 12C, metallic oxides, such as SnO₂, ITO, MgO, or ZnO, can be used.

[0041] Moreover, if it is when nitride semiconductors, such as GaN, are used as a semiconductor, it can be easy to acquire the ohmic nature contact with better forming electrode layer partial 12A first on p mold contact layer 7, and the structure of drawing 4 (A) is more desirable than the structure of drawing 4 (B).

[0042] In the gestalt of the above operation, if electrode layer partial 12A in the p lateral electrode 12 is constituted from a metal membrane of a thin film and translucency is given, since luminescence can be taken out through electrode layer partial 12A, it is still more desirable.

[0043] As shown in drawing 2, according to this invention, the rate that the luminescence field A occupies can be improved conventionally, and the amount of luminescence which emits light with the whole element for this reason can be increased conventionally. Therefore, a radiant power output can be sharply improved by making electrode layer partial 12A in the p lateral electrode 12 into translucency, and taking out light outside through electrode layer partial 12A of this translucency.

[0044] In addition, in order to make electrode layer partial 12A into translucency in this way, the metal membrane of a thin film is used or there is a method of using the above-mentioned transparent metallic oxide. However, ** et al. and when the metal membrane of a thin film is used in this way, resistance of electrode layer partial 12A becomes large. If it is when a nitride semiconductor is especially used as a p type semiconductor layer, since it can be hard to acquire good ohmic nature contact and it is necessary to use the metal membrane of a thin film, with a transparent metallic oxide, resistance of electrode layer partial 12A becomes large.

[0045] What is necessary is just to let electrode layer partial 12A be the laminated structure of the metal layer of a thin film, and a transparence conductive layer, in order to prevent this.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

According to this configuration, increase of resistance by having made thickness of a metal layer thin can be controlled by the transparency conductive layer.

[0046] Moreover, although it is also good to prepare a transparency conductive layer on the metal layer in electrode layer partial 12A in this case, if it extends on p mold contact layer 7 exposed from luminescence takeoff connection 12B and is made to prepare as shown in drawing 4, the amount of luminescence can be increased further as mentioned above.

(Example 1) The light emitting device of the structure shown in drawing 1 as an example 1 was manufactured. In addition, the cascade screen of nickel film with a thickness of 10nm and Au film with a thickness of about 800nm is used for electrode layer partial 12A of the p lateral electrode 12. moreover, each nitride semiconductor layer which constitutes an element -- each -- MOVPE -- as dopant gas at the time of forming using law and forming a p type semiconductor layer, SiH₄, H₂Se, or GeH₄ is used as dopant gas at the time of forming a n-type-semiconductor layer for Cp2Mg. Furthermore, it ground to the appearance rear-face side where the thickness of a substrate 1 becomes about 100 micrometers or less after forming a light emitting device in actual element formation on the substrate 1 with a thickness of about 300 micrometers it is thin from sapphire, and, subsequently the element of the shape of an abbreviation square whose one side is about 400 micrometers was manufactured using methods, such as a scribe, dicing, and braking. Moreover, the rate of a wrap portion made p mold contact layer 7 60% among the p lateral electrodes 12.

[0047] When p lateral electrode compared the wrap area rate with the conventional light emitting device which made 40% luminescence reinforcement of this light emitting device for the surface of p mold contact layer, it was about 1.3 times [over the past] the luminescence reinforcement when passing 20mA current of this.

(Example 2) Electrode layer partial 12A of the p lateral electrode 12 was constituted from multilayers of the thin film of nickel film with a thickness of about 1nm and Au film with a thickness of about 2nm, translucency was given, and the light emitting device was formed like the example 1 except having prepared the pad electrode for wirebonding in the corner section on the p lateral electrode 12 further. Consequently, it was about 1.6 times [over the past] the luminescence reinforcement when passing 20mA current of this.

(Example 3) The light emitting device was formed like the example 2 except having constituted electrode layer partial 12A of the p lateral electrode 12 from multilayers of Pd film of a thin film with a thickness of about 2nm, and an ITO film with a thickness of about 200nm, and having given translucency. In addition, in this example, after Pd film formation of a thin film, the ITO film was made to extend also on p mold contact layer 7 exposed from luminescence takeoff connection 12B, and was formed on Pd film. Consequently, it was about 2.7 times [over the past] the luminescence reinforcement when passing 20mA current of this. Moreover, the role from which an ITO film protects Pd film of a thin film in this case is also played.

[0048] As mentioned above, according to this invention, the light emitting device whose luminescence reinforcement improved can be offered.

[0049] Although the light emitting device which consists of a nitride semiconductor was explained if it was in the above example, this invention is applicable about the light emitting device using the p type semiconductor layer which has high resistance not only like this but like a nitride semiconductor.

[0050] Moreover, if it is in this invention, the configuration of electrode layer partial 12A which constitutes the p lateral electrode 12 is not limited to the configuration of the shape of a grid which was mentioned above, and it cannot be overemphasized that you may be the shape of a pectinate form, a swirl, and MIANDA, arborescence, a radial, and other configurations of wavelike **. And if it is when making electrode layer partial 12A into a pectinate form and the configuration of spiral **, it will have continuous one luminescence takeoff connection 12B.

[0051] Furthermore, it is more desirable when a metal membrane or the reflective film by the hologram element is prepared in the back side of this substrate using the substrate which has translucency as a substrate. Since according to this configuration the light emitted to the substrate side among the light which emitted light in the luminescence field is reflected with the above-mentioned reflective film and it can take out from p lateral electrode side outside, higher

THIS PAGE BLANK (USPTO)

luminescence reinforcement can be obtained.

[0052]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, when [according to this invention / the rate of the electrode layer portion in p lateral electrode] it has the electrode layer portion in which p lateral electrode covered the surface of a p type semiconductor layer, and was prepared, and the luminescence takeoff connection prepared by exposing said p type semiconductor layer and is 75% or less more greatly than 50%, the nitride semiconductor light emitting device whose luminescence reinforcement improved can be offered.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is structural drawing of the light emitting device concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is explanatory drawing for explaining the effect of this invention.

[Drawing 3] It is property drawing showing change of a radiant power output when the surface of p mold contact layer changes the rate of a wrap portion among p lateral electrodes.

[Drawing 4] It is element structure section drawing of the light emitting device concerning the gestalt of another operation of this invention.

[Description of Notations]

1 [-- A luminous layer, 5 / -- A protective layer, 6 / -- p mold cladding layer, 7 / -- p mold contact layer, 11 / -- n lateral electrode, 12 / -- p lateral electrode, 12A / -- An electrode layer portion, 12B / -- Luminescence takeoff connection] -- A substrate, 2 -- A buffer layer, 3 -- n mold contact layer, 4

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

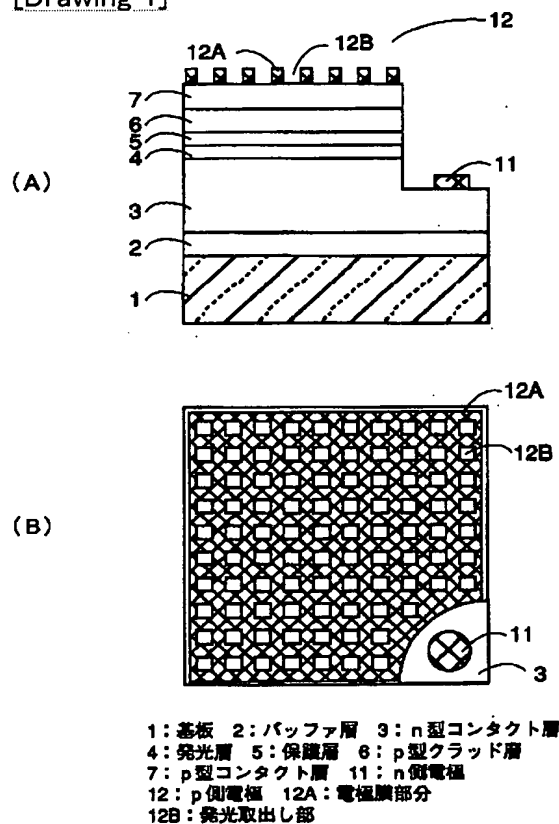
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

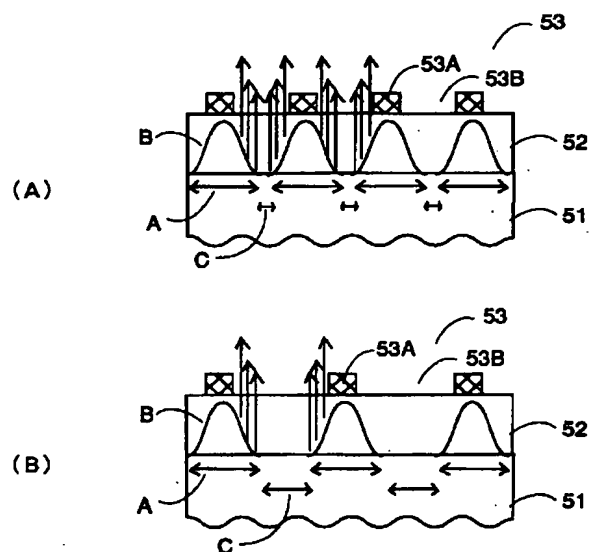
DRAWINGS

[Drawing 1]

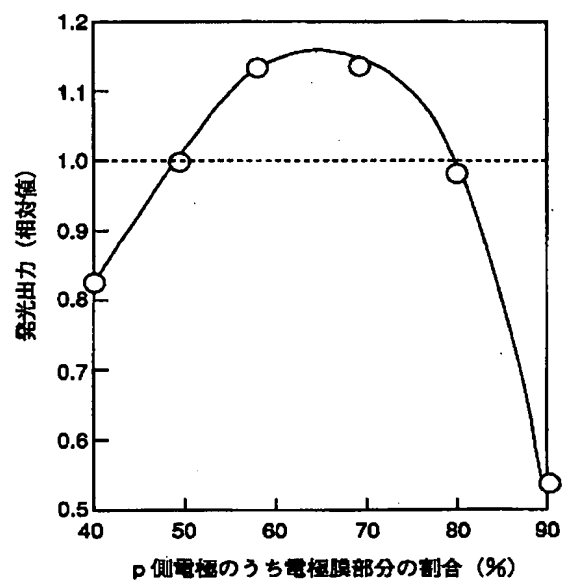


[Drawing 2]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

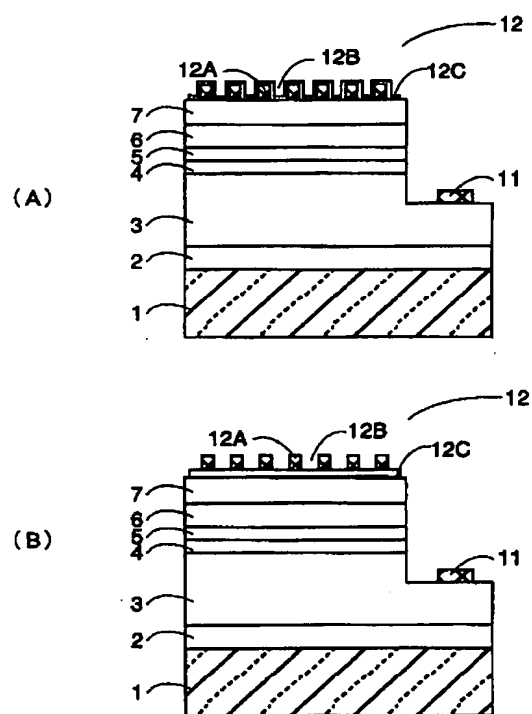


[Drawing 3]



[Drawing 4]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-216431

(P2000-216431A)

(43) 公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テマコード (参考)

C 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-371990

(22) 出願日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)

(31) 優先権主張番号 特願平10-329555

(32) 優先日 平成10年11月19日 (1998. 11. 19)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

(72) 発明者 西田 豊三

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 富永 浩司

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100111383

弁理士 芝野 正雅

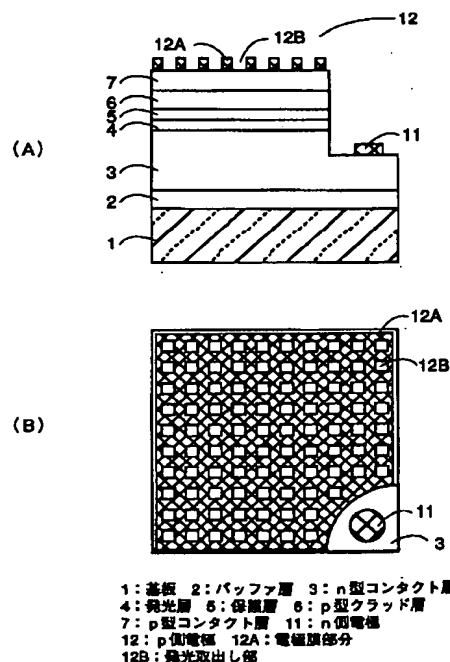
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【目的】 発光強度の向上した発光素子を提供する。

【構成】 基板 1 の一主面上に、n 型半導体層と p 型半導体層とを備え、且つ p 型半導体層上に形成された p 側電極 12 の側から発光が取り出されるようにされた発光素子において、p 側電極 12 は、p 型半導体層の表面を覆って設けられた電極膜部分 12 A と、前記 p 型半導体層を露出して設けられた発光取出し部 12 B とを有し、且つ p 側電極 12 における電極膜部分 12 A の割合が 50 % より大きく 75 % 以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型半導体層とp型半導体層とを備え、且つ前記p型半導体層上に形成されたp側電極の側から発光が取り出されるようにされた発光素子において、前記p側電極は、前記p型半導体層の表面を覆って設けられた電極膜部分と、前記p型半導体層を露出して設けられた発光取出し部とを有し、且つ前記p側電極における前記電極膜部分の割合が50%より大きく75%以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項2】 前記発光取出し部を複数個有すると共に、各々の発光取出し部が略均一に分散して設けられたことを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項3】 前記p側電極における前記電極膜部分の割合が、55%以上70%以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の発光素子。

【請求項4】 前記p側電極が、前記発光取出し部から露出する前記p型半導体層上に設けられ、且つ前記電極膜部分と電気的に接続された透明導電層を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の発光素子。

【請求項5】 前記電極膜部分が、透光性を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の発光素子。

【請求項6】 前記電極膜部分が、金属層と透明導電層との積層構造を有することを特徴とする請求項5記載の発光素子。

【請求項7】 前記透明導電層が、前記発光取出し部から露出する前記p型半導体層上に延在して設けられたことを特徴とする請求項6記載の発光素子。

【請求項8】 前記n型半導体層及びp型半導体層が透光性を有する基板の一面上に設けられ、且つ該基板の他主面上に反射膜を有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の発光素子。

【請求項9】 前記p型半導体層が、窒化物半導体からなることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特にp型窒化物半導体のように抵抗の大きいp型半導体層を備えた発光素子に係り、発光効率の優れた発光素子を提供する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、青色発光素子として、Ga₂N、InGa₂N、AlGa₂N、AlGaInN等の一般式In_xAl_{1-x}Ga_{1-y}N (0 ≤ X < 1, 0 ≤ Y < 1) で表わされる窒化物半導体を用いた発光素子が検討されている。

【0003】斯かる窒化物半導体を用いた発光素子は、一般にサファイアやスピネル等の絶縁性の基板上に、バ

ッファ層を介してn型半導体層、発光層及びp型半導体層が積層されて構成されている。そして、窒化物半導体を用いた発光素子においては絶縁性の基板を用いているために、他のGaAsやGaAlP等の半導体基板を用いた発光素子のように基板側から電極を取出すことができず、p側電極とn側電極とは同一面側に設けられている。

【0004】さらに、斯かる窒化物半導体を用いた発光素子においては、一般に上記p側電極を透光性の電極とし、このp側電極を介して発光を取出す構成とすることにより、チップサイズを小さくすることが行なわれている。このようなp側電極として、p型半導体層上に金属膜を格子状に設け、そしてこの格子状の金属膜から露出するp型半導体層表面より発光を取出すようにしたp側電極の構造が知られている(特開平5-335622号)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の発光素子においては、金属膜により覆われる部分の面積をp型半導体層表面の50%を越えない範囲としている。然し乍ら、窒化物半導体からなるp型半導体層はSi等通常の半導体からなるp型半導体層に比して抵抗が大きいため、金属膜を介して半導体層に流れる電流は、p型半導体層の面方向には殆ど広がることなく膜厚方向に流れて電極直下の領域で発光を生じさせる。従って金属膜により覆われる部分の面積を50%を越えない範囲とすると、発光が生じる領域の面積割合も素子全体の表面積の50%を越えることがなく、素子全体としての発光量が低下してしまう。

【0006】本発明は、斯かる従来の課題を解決し、発光効率の向上した発光素子を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明発光素子は、n型半導体層とp型半導体層とを備え、且つ前記p型半導体層上に形成されたp側電極の側から発光が取り出されるようにされた発光素子において、前記p側電極は、前記p型半導体層の表面を覆って設けられた電極膜部分と、前記p型半導体層を露出して設けられた発光取出し部とを有し、且つ前記p側電極における前記電極膜部分の割合が50%より大きく75%以下であることを特徴とする。

【0008】また、前記発光取出し部を複数個有すると共に、各々の発光取出し部が略均一に分散して設けられたこと。

【0009】さらには、前記p側電極における前記電極膜部分の割合が、55%以上70%以下であることを特徴とする。

【0010】加えて、前記p側電極が、前記発光取出し部から露出する前記p型半導体層上に設けられ、且つ前

記電極膜部分と電氣的に接続された透明導電層を有することを特徴とする。

【0011】また、本発明発光素子は、前記電極膜部分が、透光性を有することを特徴とする。

【0012】さらに、前記電極膜部分が、金属層と透明導電層との積層構造を有することを特徴とし、前記透明導電層が、前記発光取出し部から露出する前記p型半導体層上に延在して設けられたことを特徴とする。

【0013】加えて、前記n型半導体層及びp型半導体層が透光性を有する基板の一主面上に設けられ、且つ該基板の他主面上に反射膜を有することを特徴とする。

【0014】さらには、前記p型半導体層が、窒化物半導体からなることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の形態に係る発光素子を説明するための構造図であり、同図(A)は断面図、また(B)は平面図である。

【0016】同図を参照して、1はサファイアからなる基板であり、2は厚さ約2.5nmのアンドープのAlN層と厚さ約2.5nmのアンドープのGaN層とを交互に4周期積層して形成された多層膜からなるバッファ層、3はn型GaNからなる厚さ約5μmのn型コンタクト層である。尚、上記バッファ層2はAlN、GaN或いはAlGaNの単層膜から構成しても良い。

【0017】また、4は発光層であり、例えば厚さ約5nmのアンドープのGaNからなる障壁層と厚さ約3nmのアンドープのGaNからなる井戸層とを交互に積層して超格子構造とされている。

【0018】発光層4上にはアンドープのGaNからなる厚さ約10nmの保護層5を介してp型AlGaNからなる厚さ約0.15μmのp型クラッド層6が形成され、そして該p型クラッド層6上にはp型GaNからなる厚さ約0.3μmのp型コンタクト層7が設けられている。

【0019】尚、本発明発光素子の構成はここに挙げた構成に限定されるものではなく、p型半導体層として窒化物半導体のような抵抗の大きい半導体を用いた発光素子であれば、他の構成のものであっても良い。

【0020】また、上記p型コンタクト層7からn型コンタクト層3に到るまでの領域の一部が除去されており、露出したn型コンタクト層3の表面にはn側電極11が設けられ、またp型コンタクト層7の略全面にp側電極12が設けられている。

【0021】ここで、本発明にあっては、上記p側電極12が、前記p型コンタクト層7上に格子状に設けられた金属膜からなる電極膜部分12Aと、前記p型コンタクト層7の表面を露出して設けられた複数の発光取出し部12Bとを有している。この電極膜部分12Aはp型コンタクト層7上の略全面にわたって設けられており、各々の発光取出し部12Bは、電極膜部分12Aが

設けられた領域内において略均一に分散して設けられている。

【0022】そして、本発明にあっては、p側電極12における前記電極膜部分12Aの割合が50%より大きく75%以下であることを特徴としている。

【0023】尚、電極膜部分12Aはp型コンタクト層7とのオーミック性の良好な金属から構成され、本実施形態の如くp型コンタクト層がp型GaNからなる場合には、Pd、Pt、Niを用いることが好ましい。また、本実施形態にあっては電極膜部分12Aを厚膜とすることにより低抵抗としている。

【0024】図2は本発明の効果を説明するための説明図であり、同図(A)が本発明に係る発光素子の、また(B)は従来の発光素子の説明図である。

【0025】同図を参照して、発光層51上にはp型半導体層52が形成されており、そしてp型半導体層52上の略全面にわたって、電極膜部分53A及び発光取出し部53Bを有するp側電極53が形成されている。尚、電極膜部分53Aの幅は、本発明と従来とで同一としている。

【0026】前述したように、窒化物半導体からなるp型半導体層はその抵抗率が0.1~10Ω・cm程度であり、Si等通常用いられる半導体材料からなるp型半導体層より抵抗が大きい。このように抵抗率が0.1Ω・cm以上の抵抗の大きいp型半導体層を有する発光素子にあっては、p側電極53を介してp型半導体層52に流れる電流は、p型半導体層52中において面方向に殆ど広がることなく膜厚方向に流れて発光層51に達し、そして電極膜部分53Aの略直下の位置にある発光領域Aで発光する。

【0027】発光領域Aにおける発光強度はBに示すように、電極53の直下では発光強度が大きく、その周辺では流れる電流が少なくなることから発光強度が小さくなるような分布を有している。尚、Bの縦軸は発光強度の強さを示しており、横軸は位置を示している。そして、発光取出し部53Bに対応する位置で発光した光が、矢印で示す如く外部に取出される。

【0028】同図(A)と(B)との比較から明らかなように、本発明の発光素子によれば電極膜部分12Aの直下に存在する発光領域Aの面積を従来素子よりも増大させることができる。

【0029】加えて、発光取出し部53B直下の発光層51において、全く発光しない無発光領域Cの占める割合を従来の発光素子よりも小さくすることができる。このため、従来にあっては発光取出し部53Bのうち端部に位置する一部の領域からしか光を外部に取出すことができなかったのに対し、本発明によれば発光取出し部53Bの略全面から光を外部に取出すことが可能となる。

【0030】以上のことから、本発明によれば素子全体としての発光強度を従来よりも向上させることができ

る。

【0031】図3は、図1に示す構造の発光素子において、p側電極12における電極膜部分12Aの割合を変化させたときの発光出力の変化を相対値で示した特性図であり、従来の値を破線で示している。尚、電極膜部分12Aは約50 μ mの幅を有するライン状の金属膜を格子状に組合せた格子状の形状を有するものとし、そしてライン間の間隔を調整することにより、p側電極12における電極膜部分12Aの占める面積割合を変化させている。

【0032】同図から明らかな如く、電極膜部分12Aの割合を5.0%より大きく75%以下、好ましくは55%以上70%以下とすることにより、従来よりも発光出力を向上させることができる。

【0033】このように電極膜部分12Aの割合を50%よりも大きくする方法としては、電極膜部分12Aの形状を上記の格子状とした場合、ライン幅を小さくしてラインの本数を増加させる方法と、ライン幅を大きくしてラインの本数を少なくする方法の2通りが考えられる。

【0034】然し乍ら、後者の場合には前者に比べ発光取出し部12Bの数が減少することとなるために発光が離散的となると共に、素子から取出せる発光量が減少してしまう。これを防止し、素子としての発光分布を見かけ上均一とするためには、幅が約50 μ m以下のラインを格子状に組合せた格子状の形状とすることが好ましい。

【0035】また、当然のことながら、発光強度の面内での均一性を向上させるために、複数の発光取出し部12Bの面積は互いに同程度とし、略均一に分散して設けることが好ましい。尚、ここで略均一とは、完全に均一であることも含む。

【0036】図4は、本発明の別の実施の形態を説明するための素子構造断面図である。

【0037】同図に示す如く、本実施の形態にあってはp側電極12が、発光取出し部12Bから露出するp型コンタクト層7上に設けられ、且つ電極膜部分12Aと電気的に接続された透明導電層12Cを有している。

【0038】この透明導電層12Cを形成するにあたっては、同図(A)に示す如く電極膜部分12Aの形成後

に透明導電層12Cを形成すれば良く、或いは同図(B)に示す如くp型コンタクト層7上に透明導電層12Cを形成後、電極膜12Aを形成しても良い。

【0039】斯かる構成によれば、発光取出し部12Bに対応する位置のp型コンタクト層7中にも透明導電層12Cを介して電流が流れ、発光層4で発光することとなるので、第1の実施の形態よりもさらに発光量を増加させることができる。

【0040】上記のような透明導電層12Cの材料としては、SnO₂、ITO、MgO或いはZnO等の金属

酸化物を用いることができる。

【0041】また、半導体としてGaN等の窒化物半導体を用いた場合にあっては、p型コンタクト層7上にまず電極膜部分12Aを形成した方が良好なオーミック性接触を得られやすく、図4(A)の構造の方が図4(B)の構造よりも好ましい。

【0042】以上の実施の形態において、p側電極12における電極膜部分12Aを薄膜の金属膜から構成して透光性を持たせると、電極膜部分12Aを介しても発光

10 取出すことができるのでさらに好ましい。

【0043】図2に示す如く、本発明によれば発光領域Aの占める割合を従来よりも向上することができ、このため素子全体で発光する発光の量を従来よりも増大させることができる。従って、p側電極12における電極膜部分12Aを透光性とし、この透光性の電極膜部分12Aを介しても光を外部に取出すことにより、発光出力を大幅に向上させることができる。

【0044】尚、このように電極膜部分12Aを透光性とするためには、薄膜の金属膜を用いる、或いは前述の透明な金属酸化物を用いる、という方法がある。然し乍ら、このように薄膜の金属膜を用いた場合には電極膜部分12Aの抵抗が大きくなる。特に、p型半導体層として窒化物半導体を用いた場合にあっては、透明な金属酸化物では良好なオーミック性接触を得られにくく、薄膜の金属膜を用いる必要があるために、電極膜部分12Aの抵抗が大きくなる。

【0045】これを防止するためには、電極膜部分12Aを薄膜の金属層と透明導電層との積層構造とすれば良い。斯かる構成によれば、金属層の厚みを薄くしたこと

30 による抵抗の増大を透明導電層により抑制することができる。

【0046】また、この場合透明導電層は電極膜部分12Aにおける金属層上に設けるだけでも良いが、図4に示す如く発光取出し部12Bから露出するp型コンタクト層7上に延在して設けるようにすると、前記のようにさらに発光量を増大させることができる。

(実施例1) 実施例1として図1に示す構造の発光素子を製造した。尚、p側電極12の電極膜部分12Aには厚さ10nmのNi膜と厚さ約800nmのAu膜との積層膜を用いている。また、素子を構成する各窒化物半導体層はいずれもMOVPE法を用いて形成しており、p型半導体層を形成する際のドーパントガスとしてはCp₂Mgを、n型半導体層を形成する際のドーパントガスとしてはSiH₄、H₂Se或いはGeH₄を用いている。さらに、実際の素子形成にあたっては、サファイアからなる厚さ約300 μ mの基板1上に発光素子を形成後、基板1の厚さが約100 μ m以下となる様裏面側に研磨を施し、次いでスクライプ、ダイシング、プレーキング等の方法を用いて1辺が約400 μ mの略正形状の素子を製造した。また、p側電極12のうちp型コン

50

タクト層7を覆う部分の割合は60%とした。

【0047】斯かる発光素子の発光強度を、p側電極がp型コンタクト層の表面を覆う面積割合を40%とした従来の発光素子と比較したところ、20mAの電流を流したときの発光強度は従来の約1.3倍であった。

(実施例2) p側電極12の電極膜部分12Aを厚さ約1nmのNi膜と、厚さ約2nmのAu膜との薄膜の多層膜から構成して透光性を持たせ、さらにp側電極12上の一隅部にワイヤボンディングのためのパッド電極を設けた以外は実施例1と同様にして発光素子を形成した。その結果、20mAの電流を流したときの発光強度は従来の約1.6倍であった。

(実施例3) p側電極12の電極膜部分12Aを厚さ約2nmの薄膜のPd膜と、厚さ約200nmのITO膜との多層膜から構成して透光性を持たせた以外は実施例2と同様にして発光素子を形成した。尚、本実施例においては薄膜のPd膜形成後に、Pd膜上にITO膜を発光取出し部12Bから露出するp型コンタクト層7上にも延在させて形成した。その結果、20mAの電流を流したときの発光強度は従来の約2.7倍であった。また、この場合にはITO膜が薄膜のPd膜を保護する役割も果たす。

【0048】以上のように、本発明によれば発光強度の向上した発光素子を提供することができる。

【0049】以上の実施例にあっては窒化物半導体からなる発光素子について説明したが、これに限らず、窒化物半導体のように高い抵抗を有するp型半導体層を用いた発光素子について本発明を適用することができる。

【0050】また、本発明にあってはp側電極12を構成する電極膜部分12Aの形状は上述したような格子状の形状に限定されるものではなく、例えば楕円状、渦巻状、ミランダ状、樹枝状、放射状、波状等の他の形状であっても良いことは言うまでもない。そして、電極膜部

分12Aを楕円状、渦巻状等の形状とする場合にあっては、連続する1つの発光取出し部12Bを有することとなる。

【0051】さらに、基板として透光性を有する基板を用い、この基板の背面側に金属膜或いはホログラム素子による反射膜を設けるとより好ましい。斯かる構成によれば、発光領域で発光した光のうち基板側へ放射された光を上記反射膜により反射させてp側電極側から外部に取出すことができるため、より高い発光強度を得ることができる。

【0052】

【発明の効果】以上詳述した如く、本発明によれば、p側電極が、p型半導体層の表面を覆って設けられた電極膜部分と、前記p型半導体層を露出して設けられた発光取出し部とを有し、且つp側電極における電極膜部分の割合が50%より大きく75%以下であるとするることにより、発光強度の向上した窒化物半導体発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る発光素子の構造図である。

【図2】本発明の効果を説明するための説明図である。

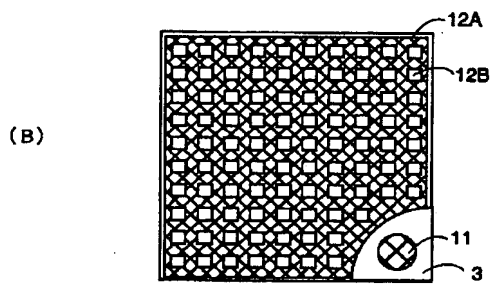
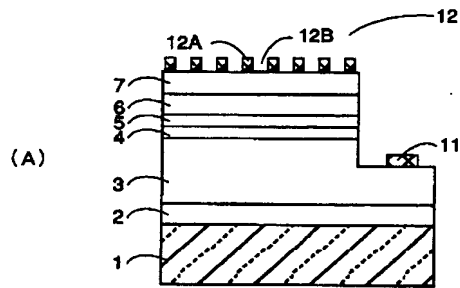
【図3】p側電極のうちp型コンタクト層の表面を覆う部分の割合を変化させた場合の発光出力の変化を示す特性図である。

【図4】本発明の別の実施の形態に係る発光素子の素子構造断面図である。

【符号の説明】

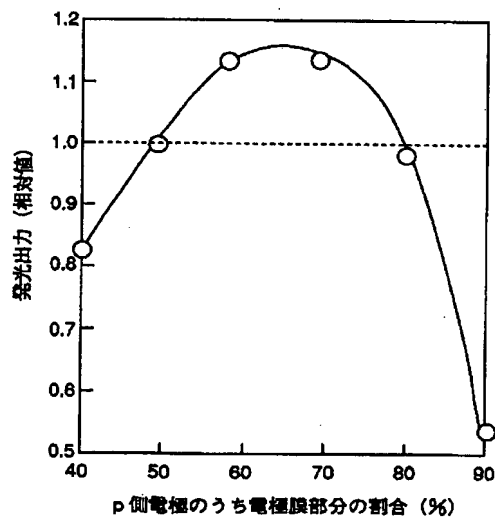
1…基板、2…バッファ層、3…n型コンタクト層、4…発光層、5…保護層、6…p型クラッド層、7…p型コンタクト層、11…n側電極、12…p側電極、12A…電極膜部分、12B…発光取出し部

【図1】

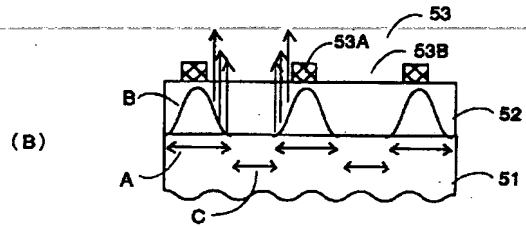
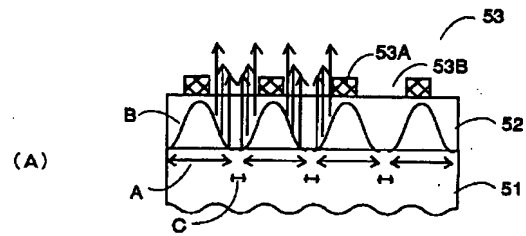


1:基板 2:バッファ層 3:n型コンタクト層
4:発光層 5:保護層 6:p型クラッド層
7:p型コンタクト層 11:n側電極
12:p側電極 12A:電極膜部分
12B:発光取出し部

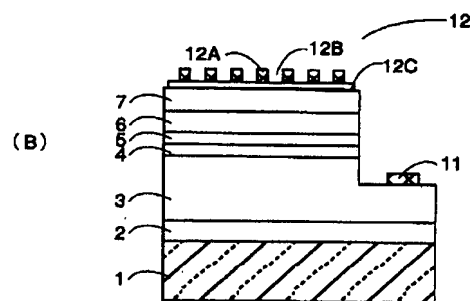
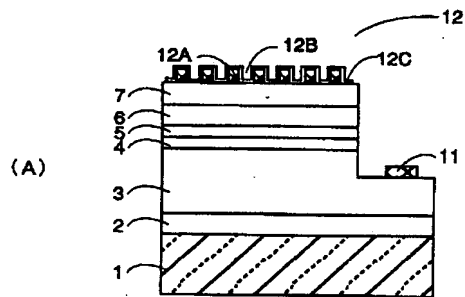
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 畑 雅幸
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 澤田 稔
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA03 CA04 CA05 CA34 CA40
CA83 CA88 CA93

THIS PAGE BLANK (USPTO)